

**19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

**Offenlegungsschrift**  
**DE 199 36 668 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 M 47/02**  
F 02 M 61/04

21	Aktenzeichen:	199 36 668.3
22	Anmeldetag:	4. 8. 1999
43	Offenlegungstag:	22. 2. 2001

**71) Anmelder:**  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

**74) Vertreter:**  
Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188 Stuttgart

**(72) Erfinder:**  
Kienzler, Dieter, 71229 Leonberg, DE; Mattes,  
Patrick, Dr., 70569 Stuttgart, DE; Stoecklein,  
Wolfgang, 70197 Stuttgart, DE; Boecking, Friedrich,  
70499 Stuttgart, DE

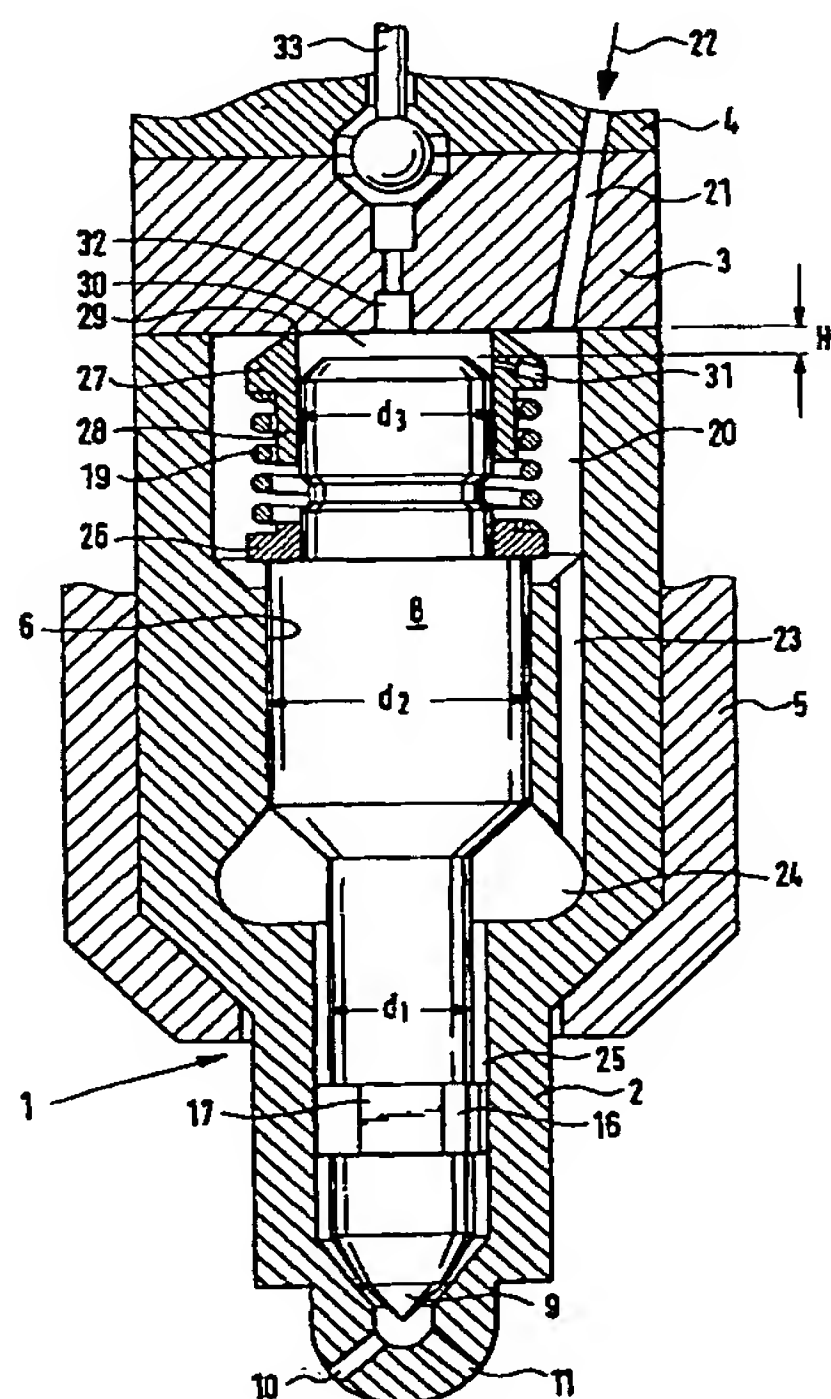
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

**Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt**

⑤④ Common-Rail-Injektor

Die Erfindung betrifft einen Common-Rail-Injektor zur Einspritzung von Kraftstoff in einem Common-Rail-Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine, der ein Injektorgehäuse (1) mit einem Kraftstoffzulauf (21) aufweist, der mit einem zentralen Kraftstoffhochdruckspeicher außerhalb des Injektorgehäuses (1) und mit einem Druckraum (24) innerhalb des Injektorgehäuses (1) in Verbindung steht, aus dem mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff in Abhängigkeit von der Stellung eines Steuerventils (33) eingespritzt wird, das dafür sorgt, dass eine in einer Längsbohrung (6) des Injektors axial gegen die Vorspannkraft einer Düsenfeder (19), die in einem Düsenfederraum (20) aufgenommen ist, hin und her bewegbare Düsennadel (8) von einem Sitz abhebt, wenn der Druck in dem Druckraum (24) größer als der Druck in einem Steuerraum (30) ist, der über eine Zulaufdrossel (31) mit dem Kraftstoffzulauf (21) verbunden ist.

Um einen Common-Rail-Injektor mit einem kleinen Bauvolumen bereitzustellen, der einfach aufgebaut und kostengünstig herstellbar ist, ist der Steuerraum (30) von einer Hülse (28) begrenzt, die unter Dichtwirkung an dem brennraumfernen Ende der Düsenadel (8) verschiebbar ist und mit Hilfe der Düsenfeder (19) in Anlage an das Injektorgehäuses (1) gehalten wird.



**DE 199 36 668 A 1**

**DE 199 36 668 A 1**

Die Erfindung betrifft einen Common-Rail-Injektor zur Einspritzung von Kraftstoff in einem Common-Rail-Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine, der ein Injektorgehäuse mit einem Kraftstoffzulauf aufweist, der mit einem zentralen Kraftstoffhochdruckspeicher außerhalb des Injektorgehäuses und mit einem Druckraum innerhalb des Injektorgehäuses in Verbindung steht, aus dem mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff in Abhängigkeit von der Stellung eines Steuerventils eingespritzt wird, das dafür sorgt, dass eine in einer Längsbohrung des Injektors axial gegen die Vorspannkraft einer Düsenfeder, die in einem Düsenfederraum aufgenommen ist, hin und her bewegbare Düsennadel von einem Sitz abhebt, wenn der Druck in dem Druckraum größer als der Druck in einem Steuerraum ist, der über eine Zulaufdrossel mit dem Kraftstoffzulauf verbunden ist.

In Common-Rail-Einspritzsystemen fördert eine Hochdruckpumpe den Kraftstoff in den zentralen Hochdruckspeicher, der als Common-Rail bezeichnet wird. Von dem Hochdruckspeicher führen Hochdruckleitungen zu den einzelnen Injektoren, die den Motorzylindern zugeordnet sind. Die Injektoren werden einzeln von der Motorelektronik angesteuert. Der Raildruck steht in dem Druckraum und an dem Steuerventil an. Wenn das Steuerventil öffnet, gelangt mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff an der gegen die Vorspannkraft der Düsenfeder abgehobenen Düsennadel vorbei in den Verbrennungsraum.

Bei herkömmlichen Injektoren, wie sie beispielsweise aus der DE 197 24 637 A1 oder der DE 197 32 802 A1 bekannt sind, kommen relativ lange Düsennadeln zum Einsatz. Im Betrieb wirken auf die Düsennadel infolge der hohen Drücke und der schnellen Lastwechsel sehr große Kräfte. Diese Kräfte führen dazu, dass die Düsennadel in Längsrichtung gedehnt und gestaucht wird. Das wiederum hat zur Folge, dass der Düsennadelhub in Abhängigkeit von der auf die Düsennadel wirkenden Kräfte variiert.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Common-Rail-Injektor mit einem kleinen Bauvolumen bereitzustellen, der einfach aufgebaut und kostengünstig herstellbar ist. Insbesondere soll auch bei einer hohen Düsennadelgeschwindigkeit ein gutes Schließverhalten gewährleistet sein.

Die Aufgabe ist bei einem Common-Rail-Injektor zur Einspritzung von Kraftstoff in einem Common-Rail-Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine, der ein Injektorgehäuse mit einem Kraftstoffzulauf aufweist, der mit einem zentralen Kraftstoffhochdruckspeicher außerhalb des Injektorgehäuses und mit einem Druckraum innerhalb des Injektorgehäuses in Verbindung steht, aus dem mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff in Abhängigkeit von der Stellung eines Steuerventils eingespritzt wird, das dafür sorgt, dass eine in einer Längsbohrung des Injektors axial gegen die Vorspannkraft einer Düsenfeder, die in einem Düsenfederraum aufgenommen ist, hin und her bewegbare Düsennadel von einem Sitz abhebt, wenn der Druck in dem Druckraum größer als der Druck in einem Steuerraum ist, der über eine Zulaufdrossel mit dem Kraftstoffzulauf verbunden ist, dadurch gelöst, dass der Steuerraum von einer Hülse begrenzt ist, die unter Dichtwirkung an dem brennraumfernen Ende der Düsennadel verschiebbar ist und mit Hilfe der Düsenfeder in Anlage an das Injektorgehäuse gehalten wird. Die Hülse liefert den Vorteil, dass der Steuerraum und der Düsenfederraum am brennraumfernen Ende der Düsennadel kombiniert werden können, ohne dass das Volumen des Steuerraums von dem Bauraum der Düsenfeder abhängt. Deshalb ist es möglich, eine Düsenfeder mit einer hohen Fe-

dersteifigkeit einzubauen, die ein gutes Schließen der Düsennadel gewährleistet. Dadurch können die Einspritzzeit und der Einspritzzeitpunkt exakt festgelegt werden. Außerdem kann der Steuerraum sehr klein ausgeführt werden, was zu einem schnellen Ansprechverhalten des erfindungsgemäßen Injektors führt. Weiterhin besteht ein Zusammenhang zwischen der maximal erreichbaren Düsennadelgeschwindigkeit und dem Düsennadeldurchmesser. Um zu höheren Düsennadelgeschwindigkeiten zu kommen, was besonders beim Nadelschließen wichtig ist, muss der Düsennadeldurchmesser reduziert werden. Für eine Schließgeschwindigkeit von 1 m/sec ist bei einer akzeptablen Steuermenge ein Nadeldurchmesser von unter 3,5 mm nötig. Das ist technisch sehr aufwendig und daher teuer. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann der Düsennadeldurchmesser frei gewählt werden und ist nicht abhängig von den Abmessungen der Düsenfeder. Im Vergleich zu herkömmlichen Düsennadeln kann die Länge erheblich reduziert werden, was zu einem exakten Hubanschlag beiträgt.

Eine besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass an der Fläche der Hülse, die sich in Anlage an dem Injektorgehäuse befindet, eine Beißkante ausgebildet ist. Dadurch wird erreicht, dass der im Inneren der Hülse ausgebildete Steuerraum von dem die Hülse umgebenden Düsenfederraum getrennt bleibt.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Innendurchmesser der Hülse kleiner als oder gleich einem Führungsdurchmesser an der Düsennadel ist. Je kleiner das Steuerraumvolumen gewählt werden kann, desto reaktionsfreudiger ist der Injektor. Gemäß der vorliegenden Erfindung können der Innendurchmesser der Hülse und der entsprechende Außendurchmesser an der Düsennadel viel kleiner ausgeführt werden als bei herkömmlichen Injektoren.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffzulauf über den Düsenfederraum mit dem Druckraum in Verbindung steht und dass die Düsennadel zwischen dem Düsenfederraum und dem Druckraum geführt ist. Das liefert den Vorteil, dass der Düsennadelführung keine Dichtfunktion mehr zukommt. Damit werden die Anforderungen an die Qualität der Führung geringer, was zu Einsparungen in der Fertigung führt. Weil auf beiden Seiten der Führung der gleiche Druck herrscht, tritt keine Führungsleckage mehr auf.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenfederraum über eine Bohrung mit dem Druckraum in Verbindung steht. Dadurch kann der komplette Umfang der Düsennadel zu Führungszwecken benutzt werden.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass an der Düsennadel zwischen dem Düsenfederraum und dem Druckraum mindestens eine ebene Fläche ausgebildet ist, an der vorbei Kraftstoff von dem Düsenfederraum in den Druckraum gelangen kann. Diese Ausführungsart bietet insbesondere in Bezug auf die Hochdruckfestigkeit Vorteile.

Weitere besondere Ausführungsarten der Erfindung sind dadurch gekennzeichnet, dass die Zulaufdrossel in die Düsennadel, die Hülse oder das Injektorgehäuse integriert ist. Die Zulaufdrossel dient dazu, Druckstöße im Betrieb zu verhindern.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse an ihrem brennraumfernen Ende einen Bund aufweist. Der Bund bildet ein erstes Widerlager für die Düsenfeder.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass an der Düsennadel eine Stufe ausgebildet ist, die einen Anschlag für einen Federteller bil-



det. Der Federteller bildet ein zweites Widerlager für die Düsenfeder.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass in der Düsenadel eine Umfangsnut ausgespart ist, in der sich ein Haltering abstützt, der einen Anschlag für einen Federteller bildet. Bei dieser Ausführungsart können der Außendurchmesser der Düsenadel im Steuerraum und der Führungsdurchmesser der Düsenadel zwischen dem Düsenfederraum und dem Druckraum gleich groß sein. Das ist bei der Fertigung, z. B. durch Lappen, von Vorteil.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Haltering zweiteilig ist und in zusammengebautem Zustand durch den Federteller fixiert wird. Dadurch wird in einfacher Art und Weise ein Lösen des Federtellers im Betrieb verhindert.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenadelhub durch den Abstand zwischen der Hülse und dem Federteller definiert ist. Dieser rein mechanische Düsenadelhubanschlag liefert den Vorteil, dass der Düsenadelhub exakt reproduzierbar ist. Dadurch kann der Einspritzverlauf zuverlässig geformt werden. Ein sogenanntes hydraulisches Kleben wird vermieden.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenadelhub und die Düsenfedervorspannung mit Hilfe von Distanzelementen einstellbar sind, die zwischen dem Federteller und dem Anschlag für den Federteller bzw. zwischen der Düsenfeder und den Widerlagern für die Düsenfeder angeordnet sind. Dadurch kann das Schließverhalten des Injektors verbessert werden.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenadelhub durch den Abstand zwischen der brennraumfernen Stirnfläche der Düsenadel und dem Injektorgehäuse definiert ist. Diese Ausführungsart hat den Vorteil, dass sie fertigungstechnisch besonders einfach zu realisieren ist.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass in der brennraumfernen Stirnfläche der Düsenadel und/oder in der gegenüberliegenden Fläche des Injektorgehäuses Ausnehmungen vorgesehen sind, deren Abmessungen an das Volumen des Steuerraums angepasst sind. Um im Betrieb des Injektors ein möglichst lineares Mengenkennfeld zu erzielen, ist es sinnvoll, den Düsenadelhubanschlag nicht rein hydraulisch auszuführen. Bei einem rein hydraulischen Düsenadelhubanschlag kann es vorkommen, dass die Düsenadel in der geöffneten Stellung auf einem Druckpolster "schwebt". Das kann zu Schwingungen der Düsenadel führen. Die Schwingungen wiederum ergeben nichtlineare Mengenkennfelder. Da es sich hierbei um eine dynamische Bewegung handelt, ergibt sich eine größere Toleranzabhängigkeit. Die Schwingungen der Düsenadel können abhängen von der Zulauf- und der Ablaufdrossel, der Reibung der Düsenadelführung, dem Steuerraumvolumen usw.. Bei einem rein mechanischen Anschlag wird eine Schwingung der Düsenadel zwar vermieden, allerdings ist dafür eine etwas größere Steuermenge erforderlich. Das wirkt sich ungünstig auf den Wirkungsgrad des Injektors aus. Durch die Ausnehmungen, die z. B. die Form von Kreuzschlitzen haben können, wird ein "halbhydraulischer" Anschlag geschaffen. Der beim Anschlag verbleibende Durchflussquerschnitt wird gerade so groß gewählt, dass eine Schwingung der Düsenadel zwar vermieden, die Steuermenge beim Endanschlag jedoch so weit wie möglich abgesenkt wird. Hierbei ist von Vorteil, dass der erfindungsgemäße Injektor keine Leckage hat, d. h. ohne Ansteuerung des Injektors wird keine Rücklaufmenge

erzeugt.

Eine weitere besondere Ausführungsart der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass in der brennraumfernen Stirnfläche der Düsenadel mindestens eine axiale Bohrung vorgesehen ist, die mit mindestens einer radialen Bohrung in der Düsenadel in Verbindung steht. Diese Ausführungsart hat den Vorteil, dass sie unempfindlich gegen mechanisches Einlaufen ist, d. h. der Durchflussquerschnitt verändert sich über die Lebensdauer nicht.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel im Längsschnitt durch den Injektor mit einer Bohrung zwischen dem Düsenfederraum und dem Druckraum;

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel im Längsschnitt durch den Injektor mit einer Abflachung an der Düsenadel zwischen dem Düsenfederraum und dem Druckraum;

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel im Längsschnitt durch den Injektor, wobei die Zulaufdrossel in die Düsenadel oder in das Injektorgehäuse integriert ist;

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel im Längsschnitt durch den Injektor, wobei der Führungsdurchmesser gleich dem Steuerdurchmesser ist;

Fig. 5 eine Variante des in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiels mit einem zweiteiligen Haltering;

Fig. 6 die Ansicht eines Schnitts entlang der Linie VI-VI in Fig. 5;

Fig. 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel im Längsschnitt durch den Injektor mit Distanzelementen zur Einstellung des Düsenadelhubs und der Düsenfedervorspannkraft;

Fig. 8 ein weiteres Ausführungsbeispiel im Längsschnitt durch den Injektor mit Kreuznuten in der brennraumfernen Stirnfläche der Düsenadel;

Fig. 9 die brennraumferne Stirnfläche der Düsenadel aus Fig. 8 in der Draufsicht;

Fig. 10 ein weiteres Ausführungsbeispiel im Längsschnitt durch den Injektor mit Bohrungen in der brennraumfernen Stirnfläche; und

Fig. 11 ein weiteres Ausführungsbeispiel im Längsschnitt durch den Injektor mit einer Nut in dem Injektorgehäuse.

Das in Fig. 1 im Längsschnitt dargestellte erste Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Injektors weist ein insgesamt mit 1 bezeichnetes Injektorgehäuse auf. Das Injektorgehäuse 1 umfasst einen Düsenkörper 2, der mit seinem unteren freien Ende in den Brennraum der zu versorgenden Brennkraftmaschine ragt. Mit seiner oberen, brennraumfernen Stirnfläche ist der Düsenkörper 2 mittels einer Spannmutter 5 axial gegen einen Ventilkörper 3 und einen Injektorkörper 4 gespannt.

In dem Düsenkörper 2 ist eine axiale Führungsbohrung 6 ausgespart. In der Führungsbohrung 6 ist eine Düsenadel 8 axial verschiebbar geführt. An der Spitze 9 der Düsenadel 8 ist eine Dichtfläche ausgebildet, die mit einem Dichtsitz zusammenwirkt, der an dem Düsenkörper 2 ausgebildet ist. Wenn sich die Spitze 9 der Düsenadel 8 mit ihrer Dichtfläche in Anlage an dem Dichtsitz befindet, sind zwei Spritzlöcher 10 und 11 in dem Düsenkörper 2 verschlossen. Wenn die Düsenadelspitze 9 von ihrem Sitz abhebt, wird mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff durch die Spritzlöcher 10 und 11 in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt.

Ausgehend von der Spitze 9 weist die Düsenadel 8 drei

Bereiche mit unterschiedlichen Durchmessern  $d_1$ ,  $d_2$  und  $d_3$  auf. Der Durchmesser  $d_2$  ist am größten und dient zur Führung der Düsennadel 8 in dem Düsenkörper 2. Der Durchmesser  $d_1$  ist am kleinsten. In dem Abschnitt mit dem Durchmesser  $d_1$  ist ein Bund 16 mit einer Abflachung 17 an seiner äußeren Umfangsfläche ausgebildet. Der Bund 16 bildet eine zweite Führung für die Düsennadel 1. Durch die Abflachung 17 in dem Bund 16 wird eine Strömungsverbindung in Längsrichtung der Düsennadel 1 von der einen Seite des Bundes 16 zur anderen Seite ermöglicht. Der Durchmesser  $d_3$  ist größer als der Durchmesser  $d_1$ , aber kleiner als der Durchmesser  $d_2$ . Der Durchmesser  $d_3$  wird auch als Steuerdurchmesser bezeichnet.

Die Düsennadel 8 ist mit Hilfe einer Düsenfeder 19 gegen den Düsennadelsitz im Bereich der Spritzlöcher 10 und 11 vorgespannt. Die Düsenfeder 19 ist in einem Düsenfederraum 20 angeordnet, in den ein Kraftstoffzulauf 21 mündet. Durch einen Pfeil 22 ist angedeutet, dass der Kraftstoffzulauf 21 aus einem (nicht dargestellten) Rail mit Kraftstoff versorgt wird, der mit Hochdruck beaufschlagt ist. Über eine Bohrung 23 gelangt der mit Hochdruck beaufschlagte Kraftstoff aus dem Düsenfederraum 20 in einen Druckraum 24. Der Druckraum 24 steht über einen Ringraum 25 mit den Spritzlöchern 10 und 11 in Verbindung, wenn die Düsennadel 1 entgegen der Vorspannkraft der Düsenfeder 19 von ihrem Sitz abgehoben ist.

Infolge des Größenunterschiedes zwischen dem Durchmesser  $d_2$  und dem Durchmesser  $d_3$  ergibt sich an der Düsennadel 8 eine Stufe, die einen Anschlag für einen Federteller 26 bildet. Über den Federteller 26 wird die Vorspannkraft der Düsenfeder 19 auf die Düsennadel 8 übertragen. Das andere Ende der Düsenfeder 19 stützt sich an einem Bund 27 ab, der an einer Hülse 28 ausgebildet ist. Der Innendurchmesser der Hülse 28 ist geringfügig größer als der Steuerdurchmesser  $d_3$  der Düsennadel 8. Die Abmessungen der Durchmesser sind so gewählt, dass die Hülse 28 relativ zu der Düsennadel 8 unter Dichtwirkung verschiebbar ist. Infolge der Vorspannkraft der Düsenfeder 19 wird die Hülse 28 mit einer Beißkante 29 gegen den Ventilkörper 3 gedrückt. Dadurch wird ein im Inneren der Hülse 28 vorgesehener Steuerraum 30, der durch die brennraumferne Stirnfläche der Düsennadel 8 begrenzt ist, gegenüber dem Düsenfederraum 20 abdichtet.

Der Steuerraum 30 ist über eine Zulaufdrossel 31 mit dem Düsenfederraum 20 verbunden. Außerdem steht der Steuerraum 30 über eine Ablaufdrossel 32 mit einem (nicht dargestellten) Entlastungsraum in Verbindung. Die Verbindung des Steuerraums 30 mit dem Entlastungsraum hängt von der Stellung eines Steuerventilgliedes 33 ab.

Der in Fig. 1 dargestellte Injektor funktioniert wie folgt: Über den Kraftstoffzulauf 21 gelangt mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff in den Düsenfederraum 20. Von dort gelangt der mit Hochdruck beaufschlagte Kraftstoff einerseits über die Zulaufdrossel 31 in den Steuerraum 30 und andererseits über die Bohrung 23 in den Druckraum 24. Die Durchmesserhältnisse sind in bekannter Weise so gewählt, dass sich die Düsennadel 8 infolge des Hochdruckes in dem Steuerraum 30 mit ihrer Spitze 9 in Anlage an dem Düsennadelsitz befindet. Wenn das Steuerventilglied 33 öffnet, wird der Steuerraum 30 druckentlastet, und die Düsennadelspitze 9 hebt von ihrem Sitz ab. Dann wird so lange mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff durch die Spritzlöcher 10 und 11 in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt, bis das Steuerventilglied 33 wieder schließt. Das hat dann zur Folge, dass der Druck in dem Steuerraum 30 wieder ansteigt und die Düsennadel 8 mit ihrer Spitze 9 wieder gegen den zugehörigen Düsennadelsitz gedrückt wird.

Das in Fig. 2 dargestellte zweite Ausführungsbeispiel ent-

spricht weitestgehend dem in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Einfachheit halber werden zur Bezeichnung gleicher Teile dieselben Bezugszeichen verwendet. Außerdem wird, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die vorstehende Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels verwiesen. Im Folgenden wird nur auf die Unterschiede zwischen den beiden Ausführungsbeispielen eingegangen. Bei der ausführlichen Beschreibung der in den Fig. 3–11 dargestellten Ausführungsbeispiele wird analog vorgegangen.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel fehlt eine Verbindungsbohrung zwischen dem Düsenfederraum 20 und dem Druckraum 24. Stattdessen ist in dem Abschnitt der Düsennadel 8 mit dem Durchmesser  $d_2$  eine Abflachung 36 ausgebildet. Die Abflachung 36 sorgt für eine Verbindung zwischen dem Düsenfederraum 20 und dem Druckraum 24. Ansonsten gibt es keine Unterschiede zwischen den beiden Ausführungsbeispielen.

Das in Fig. 3 dargestellte dritte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem zweiten Ausführungsbeispiel dadurch, dass die Zulaufdrossel nicht in der Hülse 28 angeordnet ist. Bei 38 ist in Fig. 3 angedeutet, dass die Zulaufdrossel in Form von Bohrungen unterschiedlicher Ausrichtungen und unterschiedlicher Abmessungen in die Düsennadel 8 integriert sein kann. Bei 39 ist angedeutet, dass die Zulaufdrossel auch in dem Ventilkörper 3 integriert sein kann.

Bei dem in Fig. 4 dargestellten vierten Ausführungsbeispiel stützt sich der Federteller 26 nicht direkt auf der Düsennadel 8 ab, sondern nur indirekt über einen federnden Haltering 42 mit einem rechteckförmigen Querschnitt. Um ein Einsetzen des Halterings 42 in eine in der Düsennadel 8 ausgebildete Umfangsnut zu ermöglichen, ist der Haltering 42 geschlitzt ausgebildet.

In den Fig. 5 und 6 ist dargestellt, dass statt eines einteiligen, aufklipsbaren Halterings auch ein zweiteiliger Haltering 46 verwendet werden kann. Der Haltering 46 besteht aus zwei Ringhälften, die in die zugehörige Nut in der Düsennadel 8 gelegt und mit Hilfe des Federtellers 26 fixiert werden.

Bei dem in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Hub nicht, wie bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel, durch den Abstand  $H_1$  der brennraumfernen Stirnfläche der Düsennadel 8 und der gegenüberliegenden Fläche des Ventilkörpers 3 begrenzt, sondern durch den Abstand  $H_2$  zwischen der Hülse 28 und dem Federteller 26. In Fig. 7 ist außerdem zu sehen, dass der Hub  $H_2$  durch eine Distanzscheibe 51 eingestellt werden kann. Die Distanzscheibe 51 ist zu diesem Zweck zwischen dem Absatz, der sich durch die Durchmesserendifferenz zwischen  $d_2$  und  $d_3$  ergibt, und dem Federteller 26 angeordnet. Darüber hinaus kann die Federvorspannkraft der Düsenfeder 19 mit Hilfe einer Distanzscheibe 50 eingestellt werden. Zu diesem Zweck ist die Distanzscheibe 50 zwischen der Düsenfeder 19 und dem Bund 27 der Hülse 28 angeordnet. Durch diese Einstellmöglichkeiten kann ein hydraulisches Kleben bzw. eine vollständige Druckbeaufschlagung der Düsennadel 8 in dem Steuerraum 30 unterbunden werden. Daraus resultiert ein besseres Schließverhalten des Injektors.

Bei den in den Fig. 8–11 dargestellten Ausführungsbeispielen ergibt sich der Düsennadelhub, wie bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel, aus dem Abstand  $H_1$  zwischen der Düsennadel 8 und dem Ventilkörper 3. Um zu verhindern, dass die Düsennadel 8 in der geöffneten Stellung auf einem Druckpolster schwebt, werden die folgenden Lösungsvorschläge bereitgestellt:

Bei dem in den Fig. 8 und 9 dargestellten Ausführungsbeispiel sind in der Stirnfläche 54 der Düsennadel 8 zwei Nuten 55 und 56 kreuzweise angeordnet. Dadurch wird ein



rein mechanischer Anschlag der Nadeldüse realisiert. Wenn die Abmessungen der Nuten 54 und 55 an den Injektor angepasst werden, kann daraus ein "halbhydraulischer Anschlag" werden. Der beim Anschlag verbleibende Durchbruchquerschnitt wird gerade so groß gewählt, dass eine Schwingung der Düsennadel 8 zwar vermieden, die Steuer-  
menge beim Endanschlag jedoch so weit wie möglich abgesenkt wird.

Bei dem in Fig. 10 dargestellten Ausführungsbeispiel ist in der Stirnfläche 54 der Düsennadel 8 eine Drosselbohrung 58 parallel zur Längsachse der Düsennadel 8 angeordnet. Die Drosselbohrung 58 mündet in eine Bohrung 59, die sich quer zur Längsachse der Düsennadel 8 erstreckt. Bei der Bohrung 59 handelt es sich um eine Sackbohrung, die zu dem brennraumfernen, kegelstumpffartigen Ende der Düsennadel 8 hin geöffnet ist. Dieses Ausführungsbeispiel hat den Vorteil, dass es unempfindlich gegen mechanisches Einlaufen ist.

Bei dem in Fig. 11 dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine Nut 61 anstatt in der brennraumfernen Stirnfläche 54 der Düsennadel 8 in der gegenüberliegenden Fläche 62 des Ventilkörpers 3 ausgespart. Die Nut 61 hat die gleiche Funktion wie die Nuten 54 und 55 bei dem in den Fig. 8 und 9 dargestellten Ausführungsbeispiel.

#### Patentansprüche

1. Common-Rail-Injektor zur Einspritzung von Kraftstoff in einem Common-Rail-Einstspritzsystem einer Brennkraftmaschine, der ein Injektorgehäuse (1) mit einem Kraftstoffzulauf (21) aufweist, der mit einem zentralen Kraftstoffhochdruckspeicher außerhalb des Injektorgehäuses (1) und mit einem Druckraum (24) innerhalb des Injektorgehäuses (1) in Verbindung steht, aus dem mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff in Abhängigkeit von der Stellung eines Steuerventils (33) eingespritzt wird, das dafür sorgt, dass eine in einer Längsbohrung (6) des Injektors axial gegen die Vorspannkraft einer Düsenfeder (19), die in einem Düsenfederraum (20) aufgenommen ist, hin und her bewegbare Düsennadel (8) von einem Sitz abhebt, wenn der Druck in dem Druckraum (24) größer als der Druck in einem Steuerraum (30) ist, der über eine Zulaufdrossel (31, 38, 39) mit dem Kraftstoffzulauf verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Steuerraum (30) von einer Hülse (28) begrenzt ist, die unter Dichtwirkung an dem brennraumfernen Ende der Düsennadel (8) verschiebbar ist und mit Hilfe der Düsenfeder (19) in Anlage an das Injektorgehäuse (1) gehalten wird.
2. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an der Fläche der Hülse (28), die sich in Anlage an dem Injektorgehäuse (1) befindet, eine Beißkante (29) ausgebildet ist.
3. Common-Rail-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Innendurchmesser ( $d_3$ ) der Hülse (28) kleiner als oder gleich einem Führungsdurchmesser ( $d_2$ ) an der Düsennadel (8) ist.
4. Common-Rail-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffzulauf (21) über den Düsenfederraum (20) mit dem Druckraum (24) in Verbindung steht, und dass die Düsennadel (8) zwischen dem Düsenfederraum (20) und dem Druckraum (24) geführt ist.
5. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenfederraum (20) über eine Bohrung (23) mit dem Druckraum (24) in Verbindung steht.

6. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass an der Düsennadel (8) zwischen dem Düsenfederraum (20) und dem Druckraum (24) mindestens eine ebene Fläche (36) ausgebildet ist, an der vorbei Kraftstoff von dem Düsenfederraum (20) in den Druckraum (24) gelangen kann.

7. Common-Rail-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zulaufdrossel (31, 38, 39) in die Hülse (28), die Düsennadel (8) oder das Injektorgehäuse (1) integriert ist.

8. Common-Rail-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (28) an ihrem brennraumfernen Ende einen Bund (29) aufweist.

9. Common-Rail-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der Düsennadel (8) eine Stufe ausgebildet ist, die einen Anschlag für einen Federteller (26) bildet.

10. Common-Rail-Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in der Düsennadel (8) eine Umfangsnut ausgespart ist, in der sich ein Haltering (42, 46) abstützt, der einen Anschlag für einen Federteller (26) bildet.

11. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Haltering (46) zweiteilig ist und in zusammengebaute Zustand durch den Federteller (26) fixiert wird.

12. Common-Rail-Injektor nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Düsennadelhub ( $H_2$ ) durch den Abstand zwischen der Hülse (28) und dem Federteller (26) definiert ist.

13. Common-Rail-Injektor nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Düsennadelhub ( $H_2$ ) und die Düsenfedervorspannung mit Hilfe von Distanzelementen (50, 51) einstellbar sind, die zwischen dem Federteller (26) und dem Anschlag für den Federteller bzw. zwischen der Düsenfeder (19) und den Widerlagern für die Düsenfeder (19) angeordnet sind.

14. Common-Rail-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Düsennadelhub ( $H_1$ ) durch den Abstand zwischen der brennraumfernen Stirnfläche (54) der Düsennadel (8) und dem Injektorgehäuse (1) definiert ist.

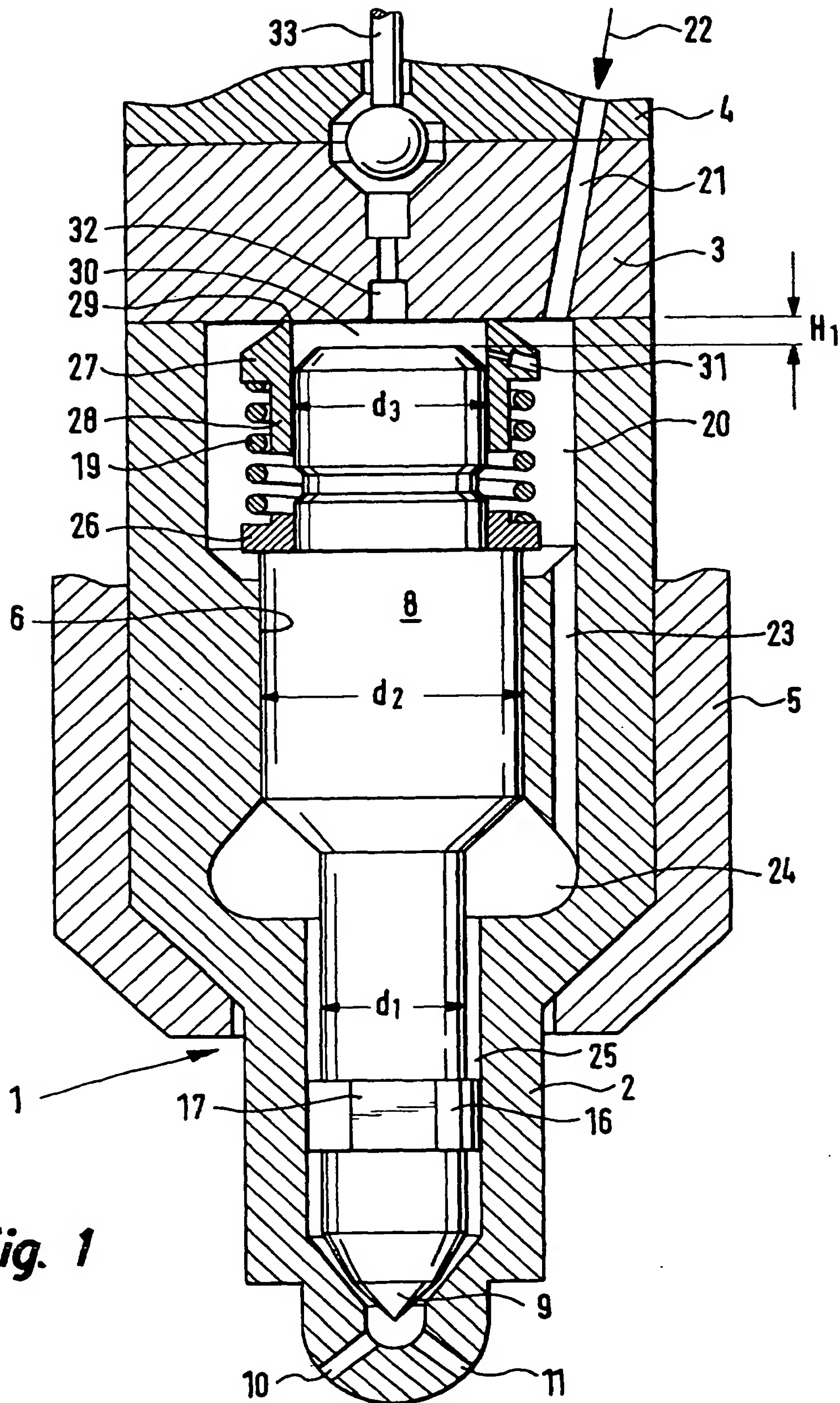
15. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass in der brennraumfernen Stirnfläche (54) der Düsennadel (8) und/oder in der gegenüberliegenden Fläche (62) des Injektorgehäuses (1) Ausnehmungen (55, 56; 61) vorgesehen sind, deren Abmessungen an das Volumen des Steuerraums (30) angepasst sind.

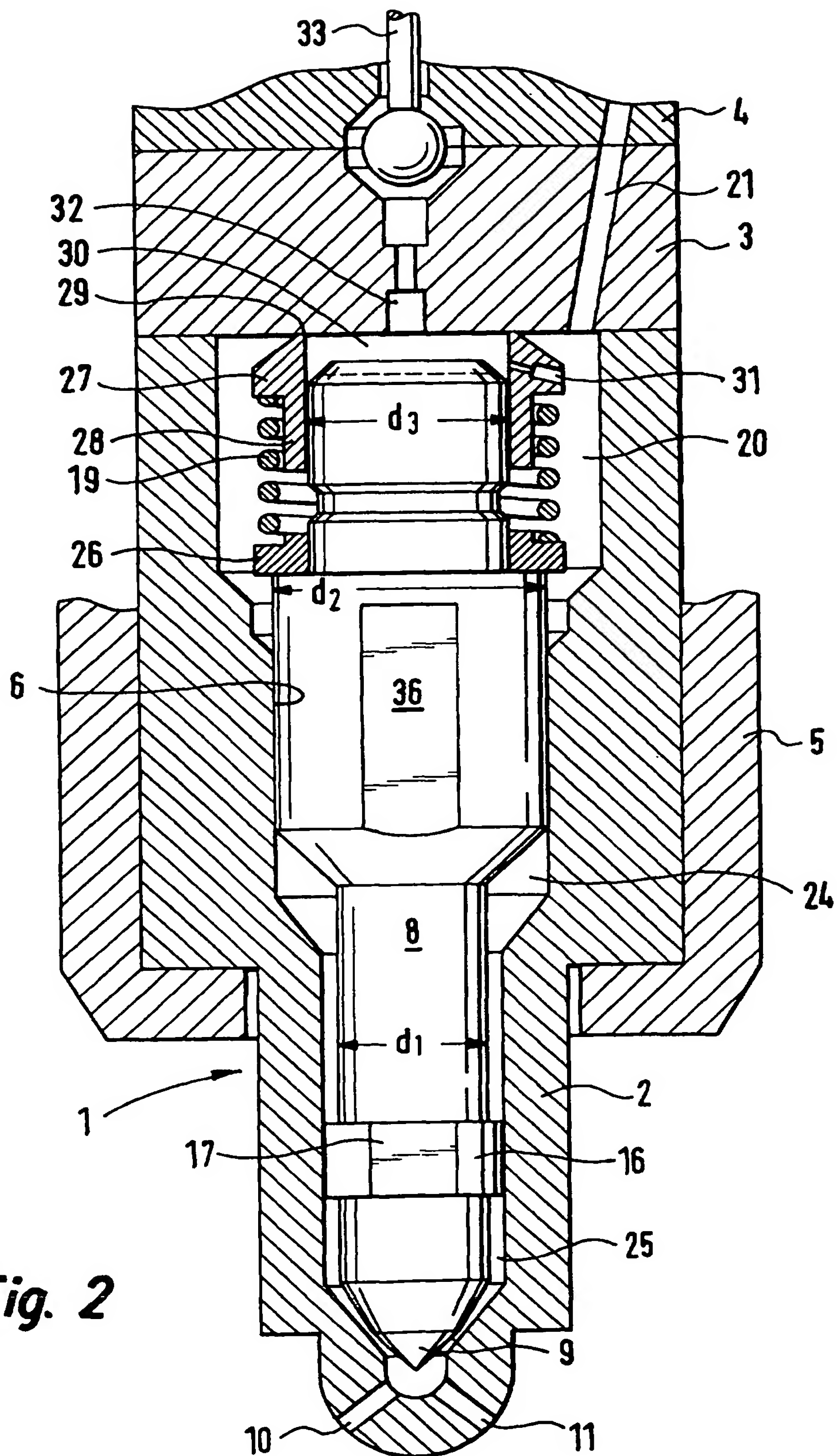
16. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass in der brennraumfernen Stirnfläche (54) der Düsennadel (8) mindestens eine axiale Bohrung (58) vorgesehen ist, die mit mindestens einer radialen Bohrung (59) in der Düsennadel (8) in Verbindung steht.

---

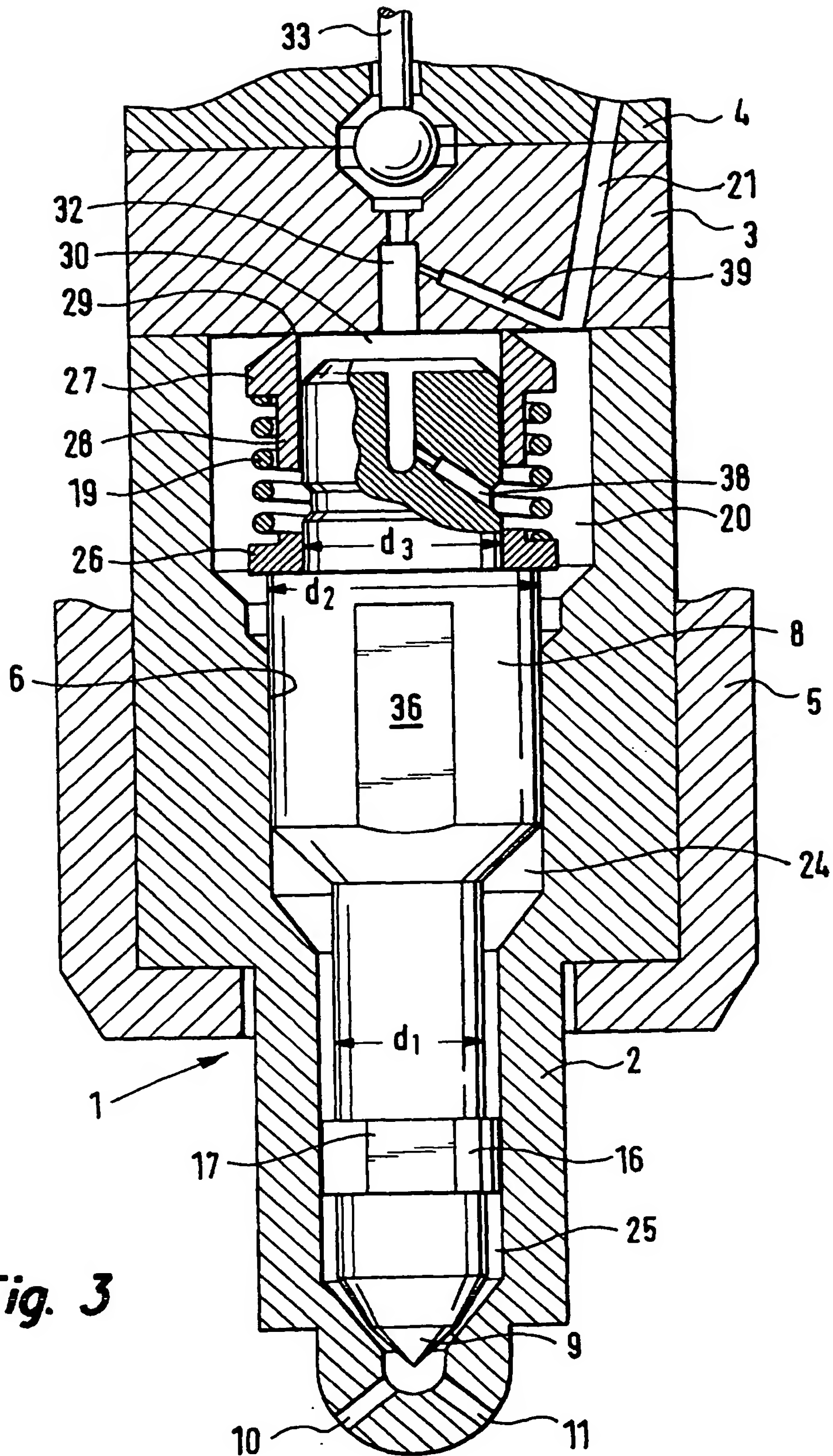
Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

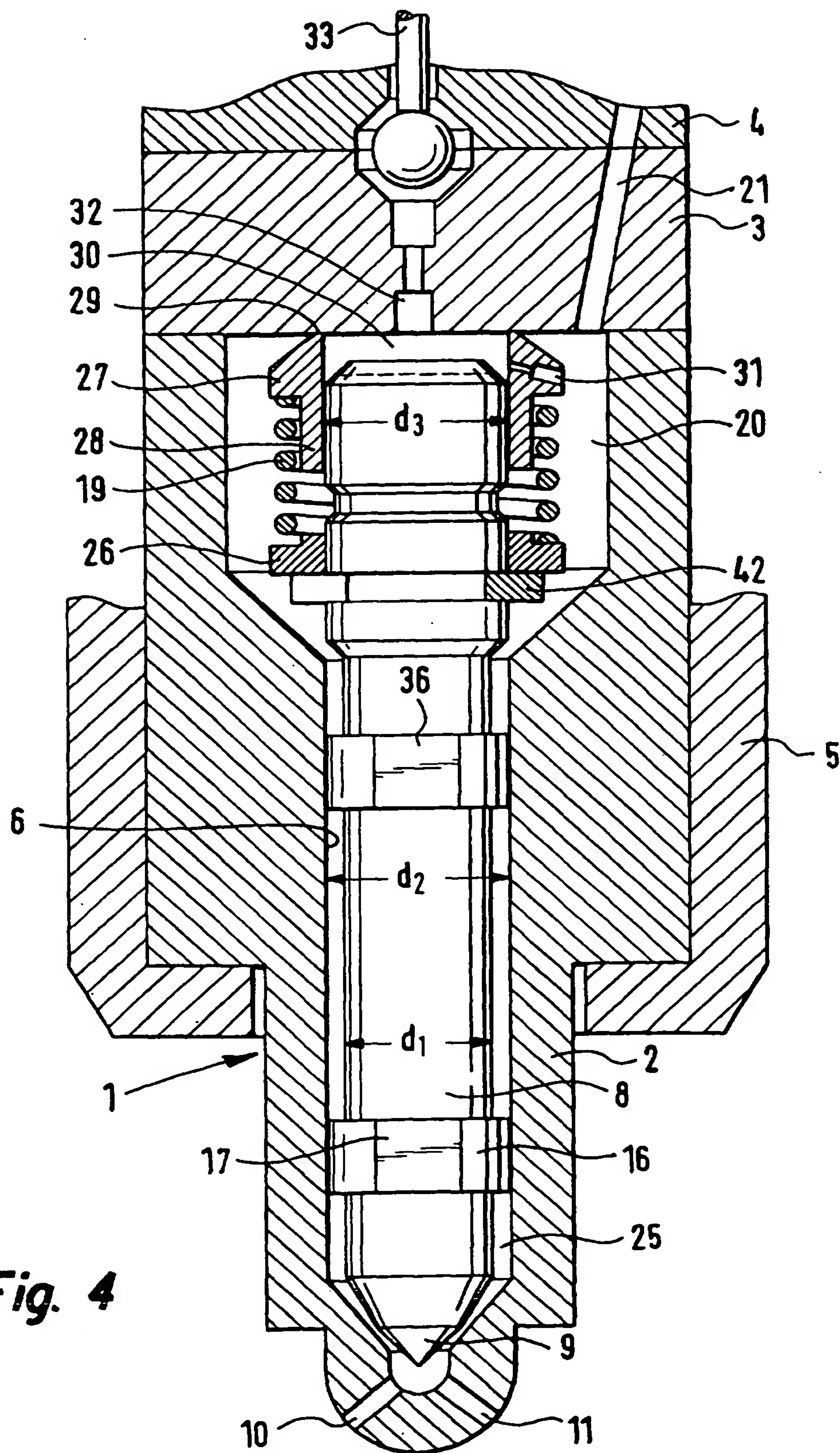


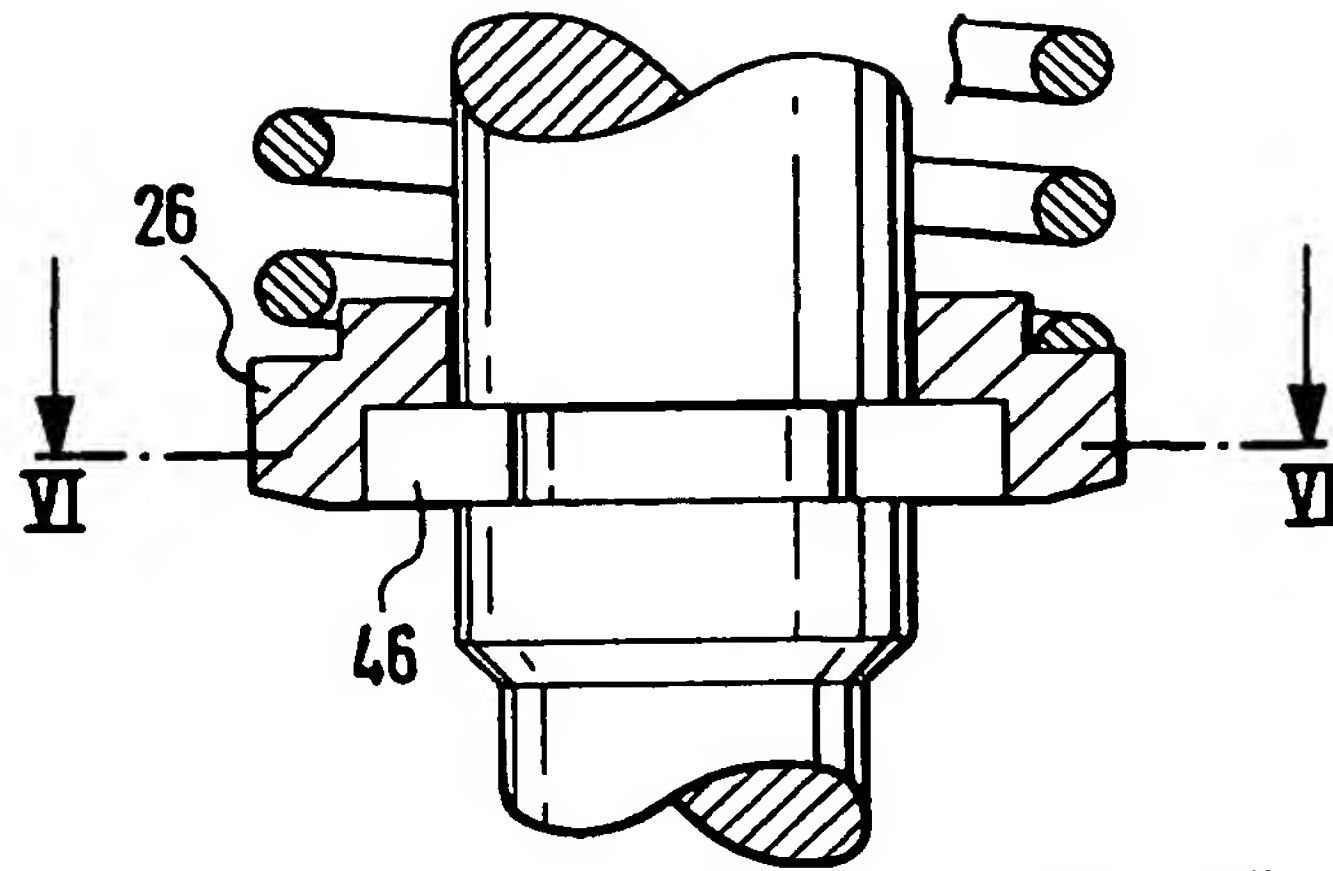


**Fig. 2**

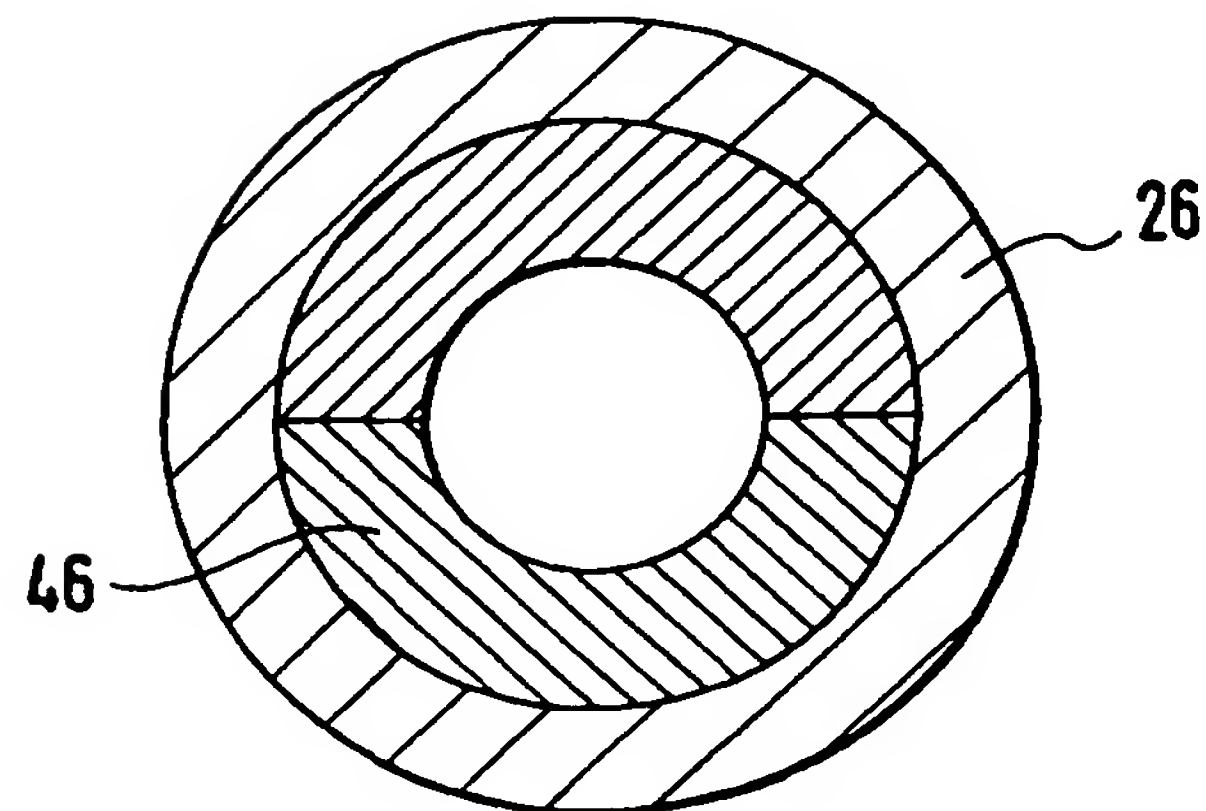




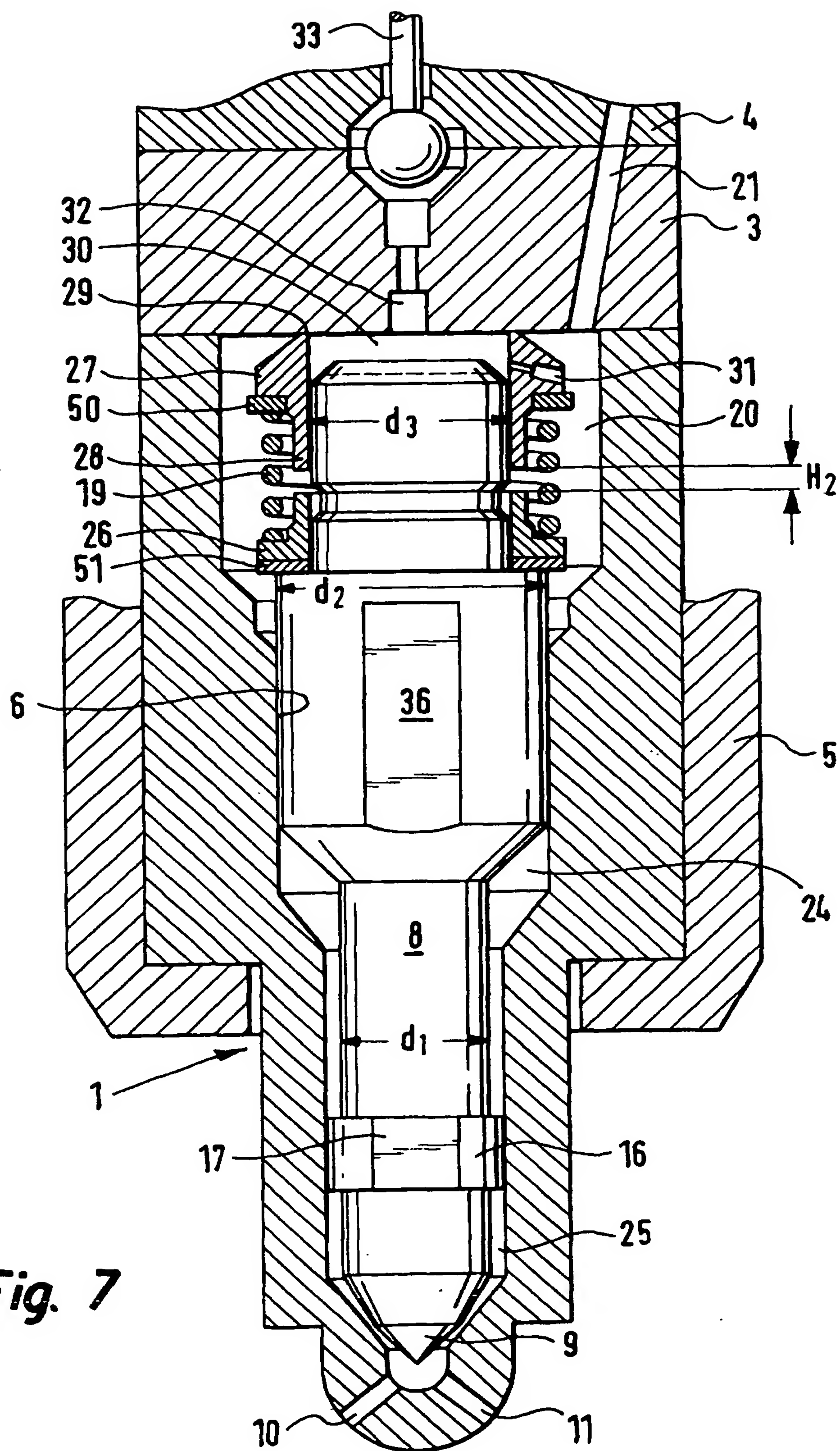




**Fig. 5**

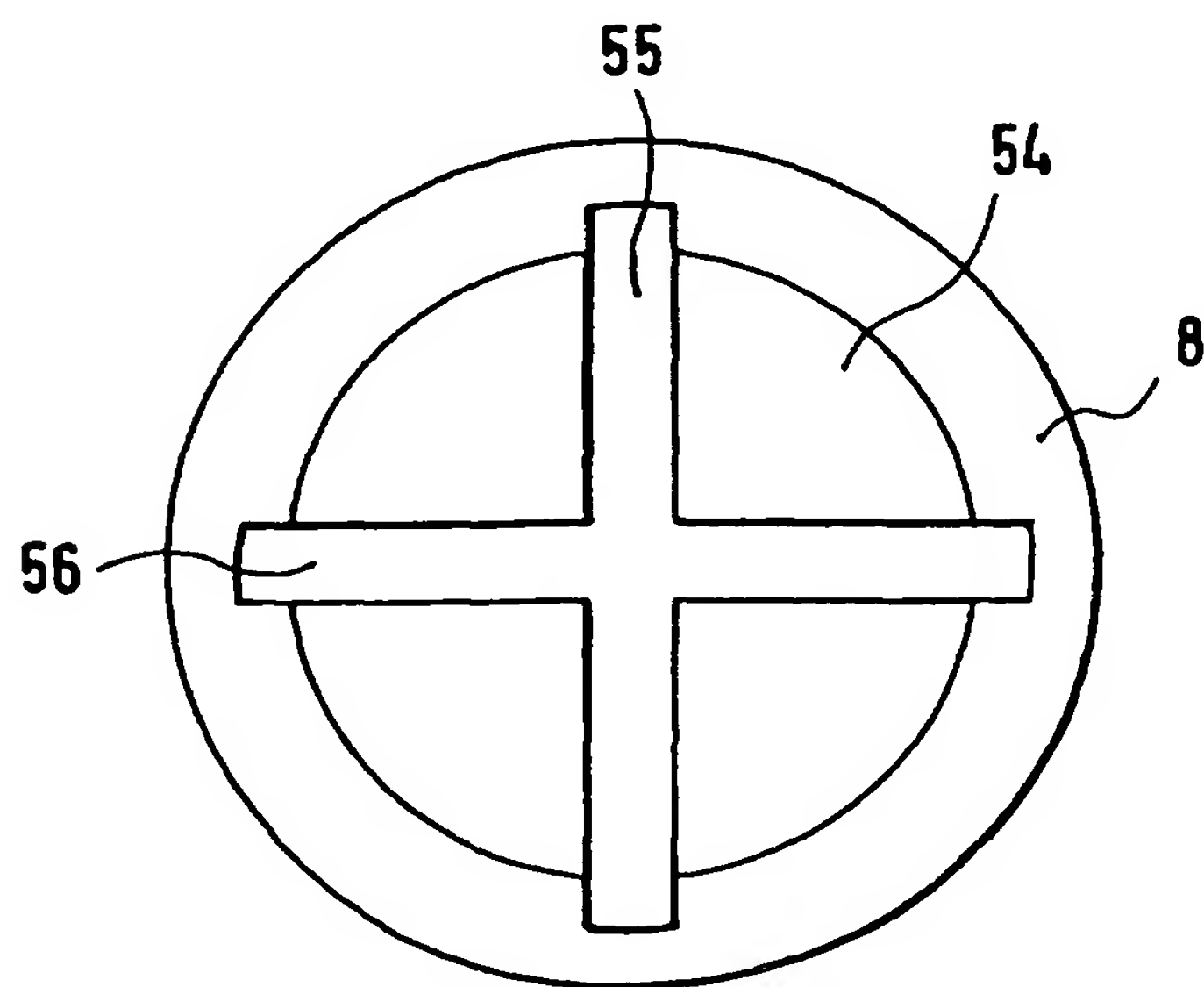
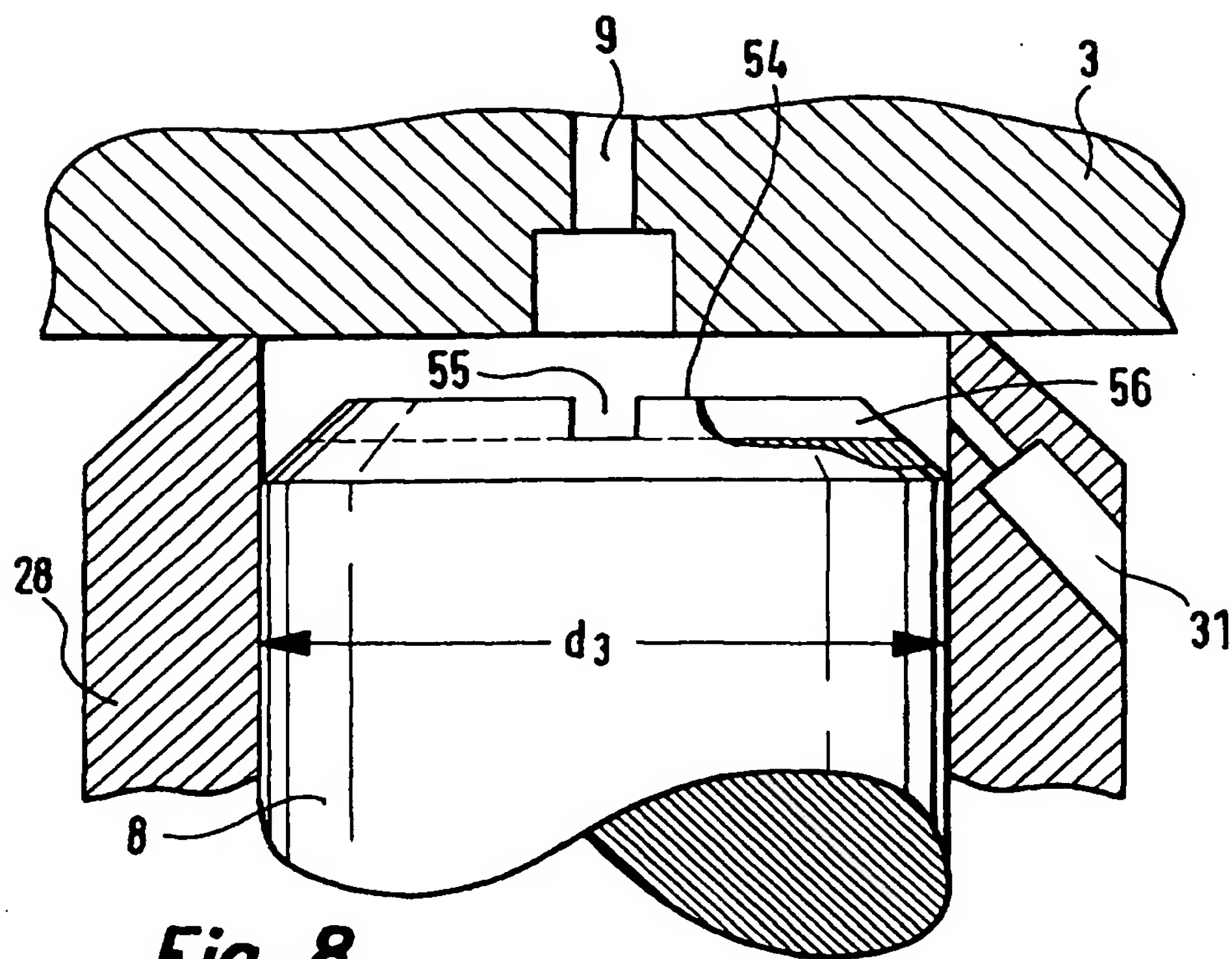


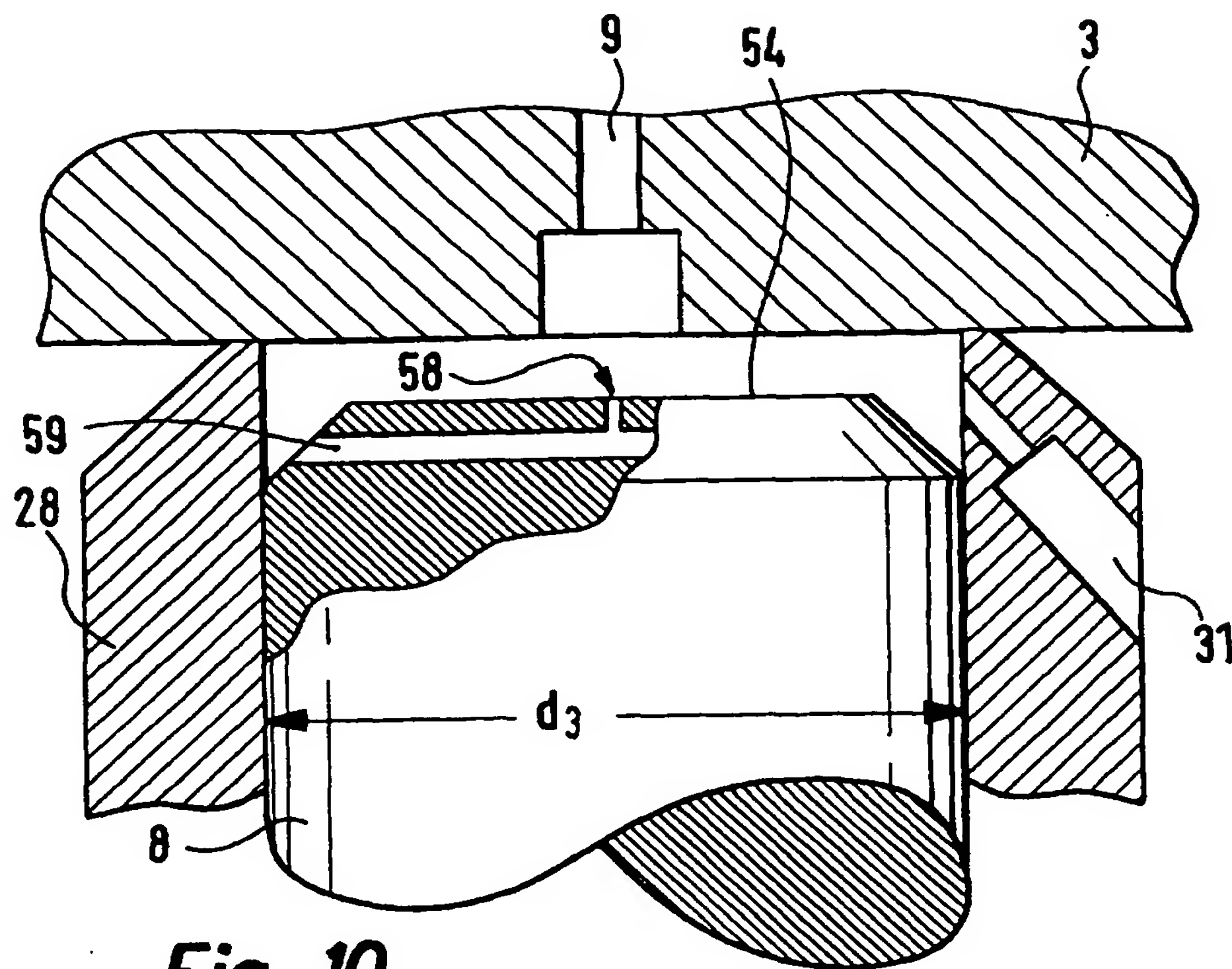
**Fig. 6**



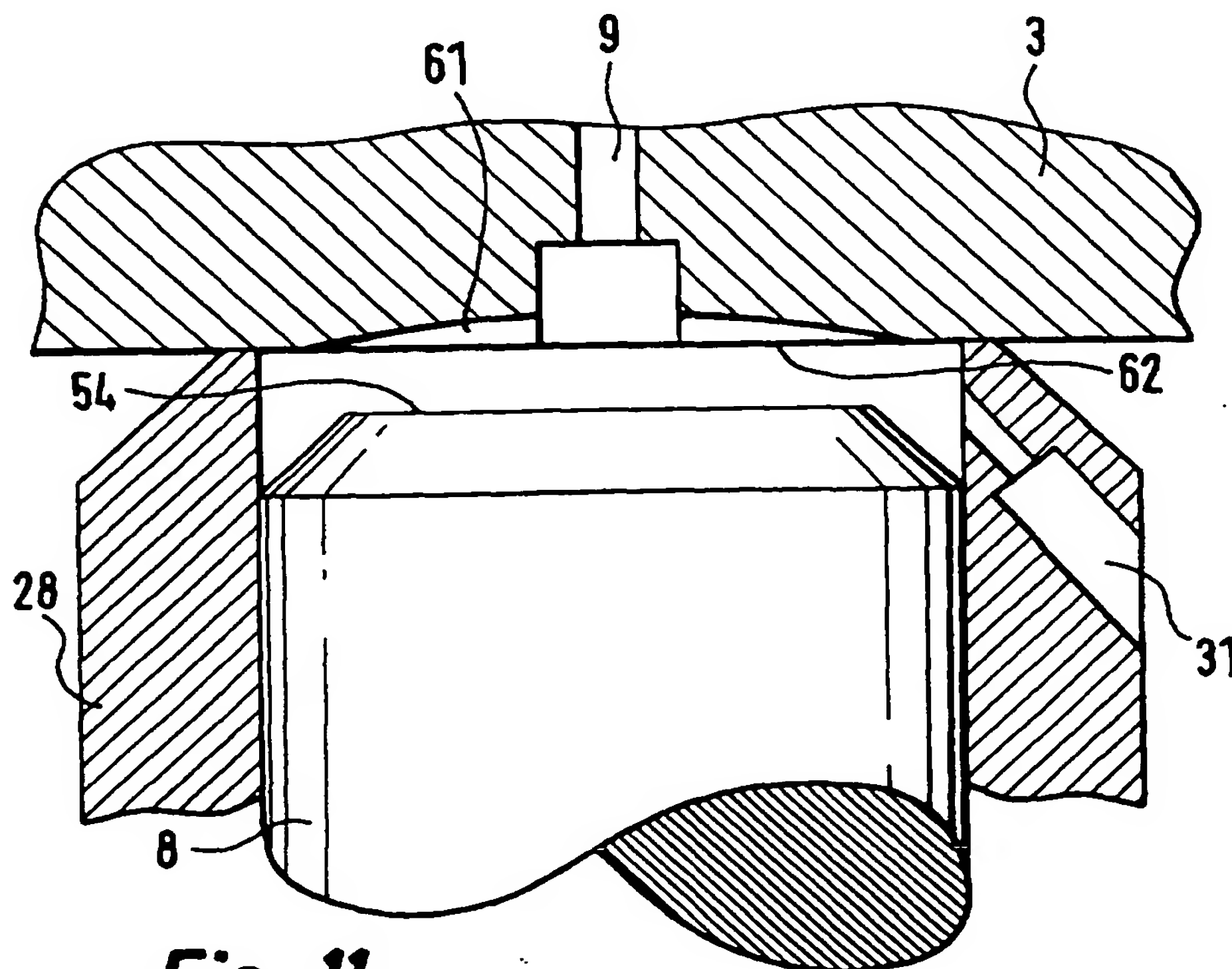
**Fig. 7**







**Fig. 10**



**Fig. 11**